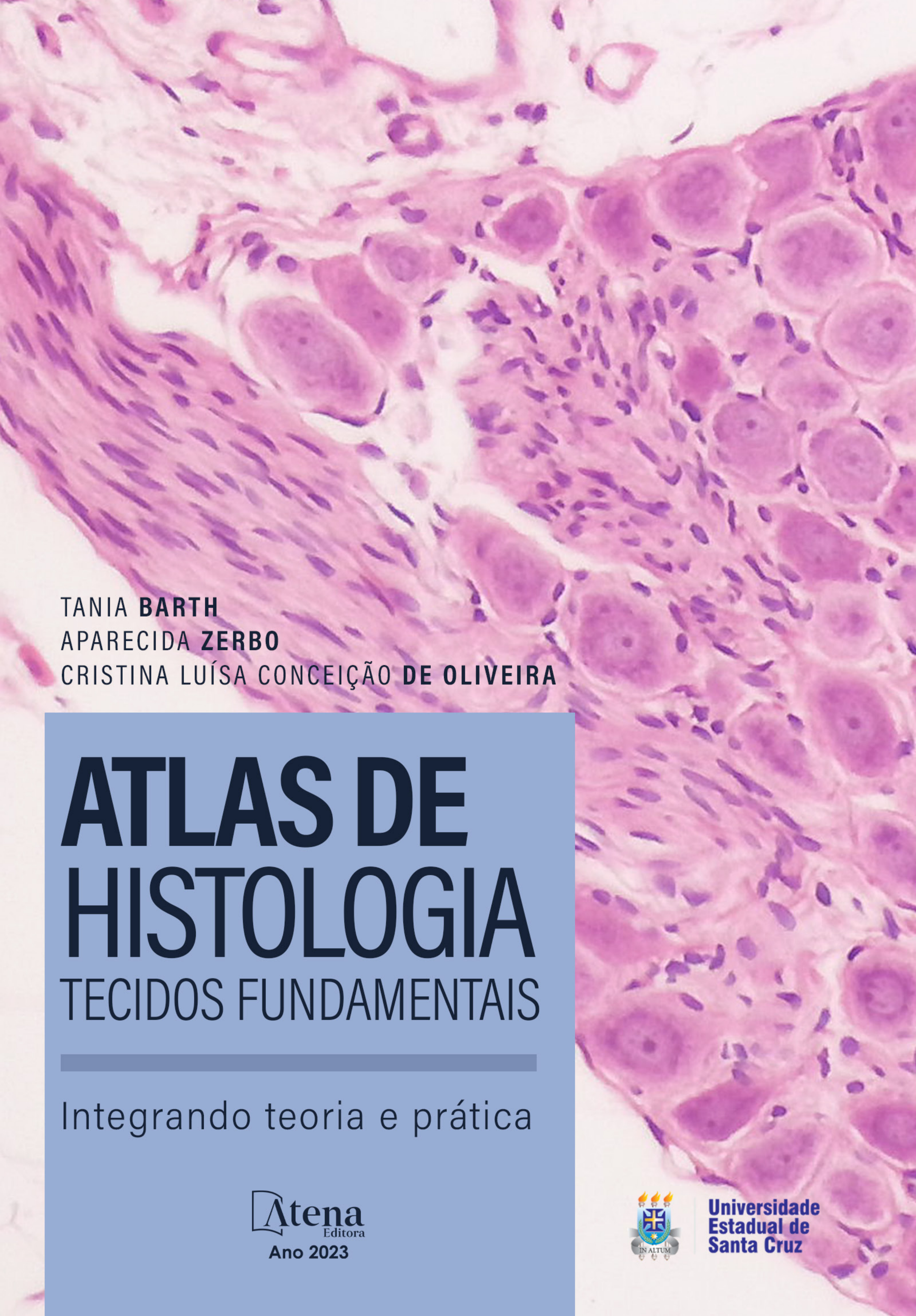


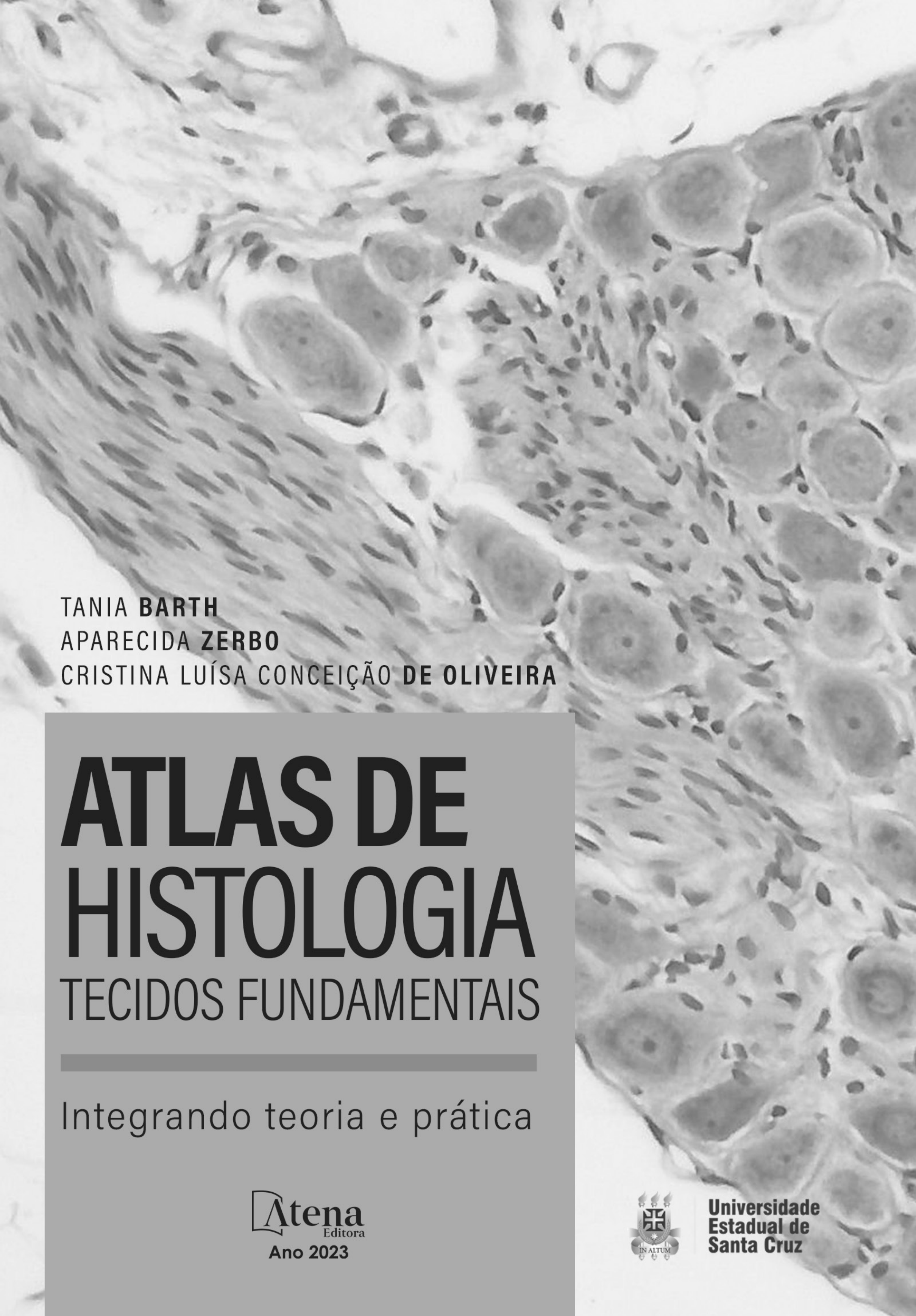
TANIA **BARTH**
APARECIDA **ZERBO**
CRISTINA LUÍSA CONCEIÇÃO **DE OLIVEIRA**

ATLAS DE HISTOLOGIA
TECIDOS FUNDAMENTAIS

Integrando teoria e prática

Atena Editora
Ano 2023

Universidade Estadual de Santa Cruz



TANIA **BARTH**
APARECIDA **ZERBO**
CRISTINA LUÍSA CONCEIÇÃO **DE OLIVEIRA**

ATLAS DE HISTOLOGIA
TECIDOS FUNDAMENTAIS

Integrando teoria e prática

Atena Editora
Ano 2023

Universidade Estadual de Santa Cruz

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Camila Alves de Cremo
Ellen Andressa Kubisty
Luiza Alves Batista
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
Imagens da capa
Acervo das autoras
Edição de arte
Luiza Alves Batista

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

Atlas de histologia – Tecidos fundamentais: integrando conhecimentos com a prática

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Jeniffer dos Santos
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: As autoras
Autoras: Tania Barth
Aparecida Zerbo
Cristina Luísa Conceição de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B284 Barth, Tania
Atlas de histologia – Tecidos fundamentais: integrando conhecimentos com a prática / Tania Barth, Aparecida Zerbo, Cristina Luísa Conceição de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2007-1
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.071230412

1. Histologia. I. Barth, Tania. II. Zerbo, Aparecida. III. Oliveira, Cristina Luísa Conceição de. IV. Título.
CDD 611

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DAS AUTORAS

As autoras desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos discentes, que ao trilharem conosco o caminho de ensinamentos e aprendizado da docência, nos trouxeram a inspiração para a construção deste atlas.

Agradecemos à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), que por meio da infraestrutura disponível, possibilitou a produção das fotomicrografias, contribuindo para a elaboração deste atlas.

APRESENTAÇÃO

A Histologia compreende o estudo dos tecidos que formam o organismo. O seu respectivo conteúdo teórico, ao ser trabalhado sob uma perspectiva interdisciplinar e em associação com a prática, possibilita um entendimento mais amplo e a consolidação do conhecimento adquirido. Considerando a relevância dos tecidos fundamentais neste processo, aqui serão abordados os tecidos: epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso. Neste atlas, as ilustrações e fotomicrografias são acompanhadas de um breve texto, que tem por finalidade relembrar alguns aspectos teóricos de áreas de conhecimento correlacionadas com a histologia, demonstrando a importância de integrá-los com a prática e assim, facilitar a análise e a interpretação da lâmina histológica.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A histologia compreende o estudo da composição, organização e função tecidual, como base para o entendimento morfofisiológico normal e patológico do organismo. Os tecidos são formados pela associação de células e por seus componentes extracelulares, que compartilham determinadas características embrionárias e morfológicas, atuando em conjunto para desempenhar funções especializadas. Apesar da complexidade estrutural dos organismos, existem apenas quatro tipos fundamentais de tecidos: o tecido epitelial, o conjuntivo, o muscular e o nervoso. A associação e combinação destes tecidos formam os diversos órgãos e sistemas do corpo e possibilitam que estes últimos desempenhem suas funções específicas. Por exemplo, para o estômago realizar a função de digestão dos alimentos, a parede do órgão é formada por: tecido epitelial (reveste, protege e possui células especializadas que secretam substâncias que atuam na digestão), tecido muscular (por meio de suas contrações mistura os alimentos com os sucos digestivos), tecido nervoso (coordena funções digestórias como a secreção de substâncias e contração muscular) e tecido conjuntivo (preenche e conecta os demais tecidos e, distribui vasos sanguíneos, linfáticos e nervos). As células e tecidos que compõem o organismo possuem dimensões microscópicas e para serem visualizados é necessário o uso de instrumentos com capacidade de ampliação e resolução, como o microscópio de luz (ML) e, o processamento das amostras por meio de técnicas histológicas. A análise e interpretação histológica das amostras biológicas torna-se mail fácil e completa à medida que o observador consegue integrar conhecimentos de diferentes áreas, em especial, a anatomia, fisiologia e embriologia, com aqueles relacionados às propriedades de funcionamento dos microscópios e técnicas histológicas, possibilitando uma compreensão mais ampla e profunda da constituição histológica do organismo.

MICROSCÓPIO DE LUZ

O microscópio de luz (ML) dispõe de diferentes elementos ópticos importantes para otimizar a visualização das amostras, como as lentes objetivas e oculares, que permitem a ampliação da amostra e, o condensador, que converge a luz para iluminar a amostra. O olho humano é capaz de perceber dois pontos distintos, quando estes estiverem separados por uma distância igual ou superior a 0,2 mm (equivalente a 200 μm). Sendo este o limite de resolução do olho humano, estruturas com dimensões abaixo deste limite, como células (10–30 μm), mitocôndrias (2–5 μm), microvilosidades (1 μm) e vírus (10–100 nm), não podem ser visualizadas pelo olho humano. Considerando um ML equipado com oculares que ampliam a amostra em 10X e objetivas que ampliam em 5X, 10X, 40X e 100X, a multiplicação do aumento da ocular pelo aumento da objetiva, proporciona um aumento total da amostra entre 50X e 1000X e um poder de resolução de até 0,2 μm (200 nm), o que é cerca de 1000 vezes maior do que o olho humano. A objetiva de menor aumento (usualmente de 5X) é sempre a primeira a ser utilizada, pois, ainda que a platina esteja em sua posição mais elevada, esta objetiva estará a uma distância segura da lâmina, garantindo que ambas não sejam danificadas. Além disto, esta objetiva proporciona uma visão panorâmica da amostra, sendo possível visualizá-la em grande parte ou mesmo em sua totalidade, permitindo reconhecer aspectos que auxiliam na identificação da sua organização geral, como: se a amostra corresponde à totalidade ou parte de um órgão ou estrutura; o plano de corte; a presença ou não de lúmen; qual a margem do corte que corresponde à superfície externa da amostra; se a amostra apresenta regiões distintas, como córtex e medula; qual o tecido predominante e a presença de outros aspectos característicos. Especialmente no caso de amostras que possuem dimensões maiores, estes aspectos também podem ser observados pela prévia visualização macroscópica das amostras, facilitando sua análise ao ML. Após este reconhecimento geral, o observador pode direcionar sua análise utilizando os demais aumentos, buscando identificar células, tecidos ou estruturas específicas que caracterizam e distinguem as diferentes amostras. Por exemplo: ao observar um corte de rim em 5X e tendo identificado a superfície externa e a região cortical e medular, o observador poderá progressivamente ampliar a região de interesse para visualizá-la mais detalhadamente. No caso da região cortical, com a objetiva de 10X é possível reconhecer os glomérulos e os túbulos contorcidos e, com a objetiva de 40X, os detalhes destas estruturas como o epitélio pavimentoso simples da cápsula de Bowman dos glomérulos e o epitélio cúbico simples dos túbulos e as microvilosidades dos túbulos proximais. Neste procedimento de ampliação, a área de interesse no campo de visão deve ser centralizada antes de trocar a objetiva para o aumento subsequente, uma vez que o campo de visão é reduzido com a ampliação. Além disto, como cada objetiva possui uma finalidade diferente, é importante que o observador alterne as objetivas de acordo com sua necessidade no decorrer da análise. O condensador, por sua vez, é composto por um conjunto de lentes que converge os feixes luminosos da fonte de luz, focalizando-os sobre a amostra, que deve ser suficientemente fina para permitir a passagem da luz e revelar

o contraste gerado pelos corantes. O ajuste correto do condensador e seu diafragma é importante para obter uma imagem bem iluminada e com o melhor contraste e resolução possível. Este ajuste, depende do tipo de amostra analisada (se está corada ou não) e da objetiva utilizada. Em geral, para amostras coradas e objetivas de maior aumento, é indicado que o condensador esteja na sua posição mais elevada. A figura 1 exemplifica o efeito do ajuste do condensador sobre a qualidade da imagem.

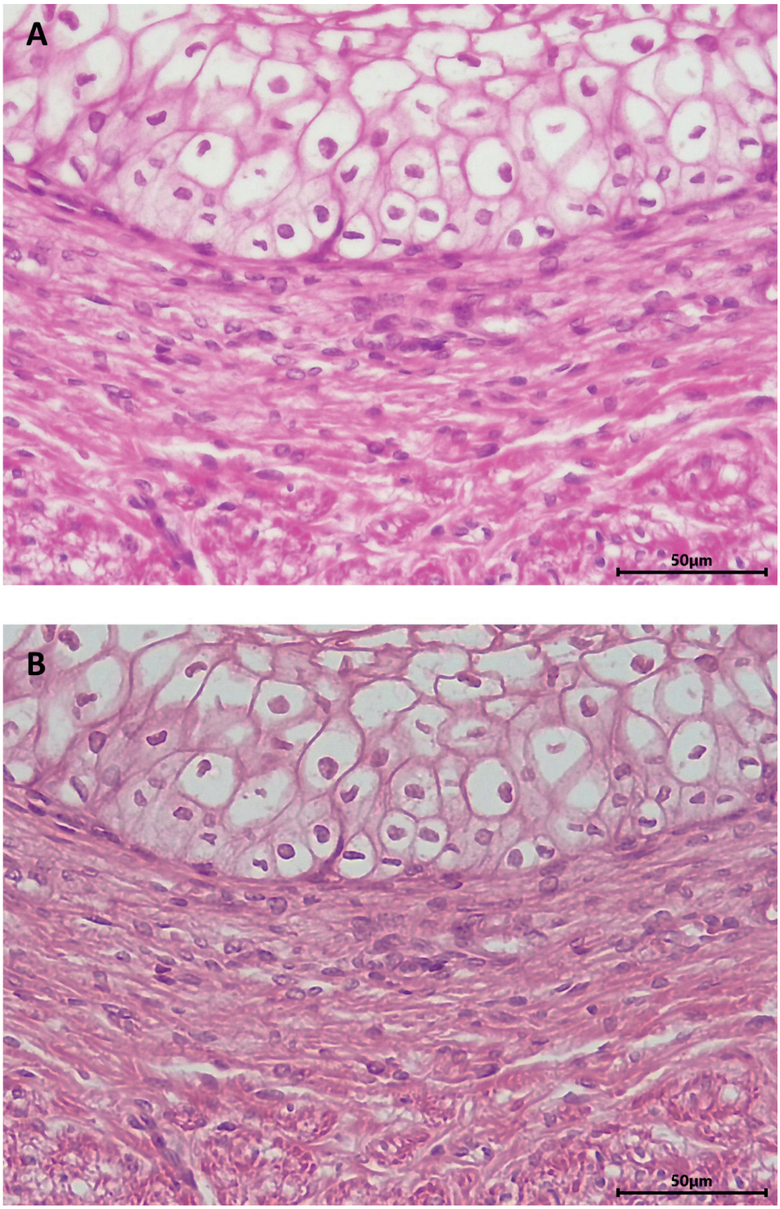


Figura 1. Efeito do ajuste do condensador sobre a qualidade da imagem. Em A, amostra corada visualizada com o condensador elevado, mostrando uma imagem mais clara e cores mais definidas. Em B, a mesma amostra, mas com o condensador baixo, mostrando uma imagem mais escura e tonalidade mais acinzentada das cores. Coloração: Hematoxilina e Eosina (HE).

TÉCNICAS HISTOLÓGICAS

As técnicas histológicas compreendem um conjunto de processos técnicos e métodos que são realizados para a preparação de amostras biológicas como células, tecidos ou mesmo órgãos na sua totalidade. Embora exista uma grande variedade de técnicas histológicas, a sua escolha depende do que se deseja analisar. A técnica histológica de rotina, que envolve a inclusão em parafina de amostras previamente fixadas e coloração com Hematoxilina e Eosina (HE), é uma das técnicas mais amplamente utilizadas, pois ela, além de ser relativamente simples e de baixo custo, possibilita uma análise bastante completa da amostra em estudo.

3.1 FIXAÇÃO E INCLUSÃO EM PARAFINA

A fixação é imprescindível para preservar as condições em que a amostra se encontrava *in vivo*, bem como, para a realização de todo o processamento histológico subsequente. Dentre as várias opções de fixadores existentes, o formaldeído é o mais amplamente utilizado na histologia de rotina. Após a fixação, a amostra é submetida à desidratação em álcool e diafanização em xilol, preparando-a para a inclusão em parafina. A maior parte dos tecidos apresenta consistência macia, como os tecidos conjuntivo e muscular, enquanto outros possuem consistência rígida, como os ossos ou fluida, como o sangue. A inclusão em parafina é necessária para gerar uma consistência mais firme aos tecidos ou órgãos, possibilitando a microtomia das amostras, que consiste na confecção de cortes muito finos, normalmente com 5 a 7 μm de espessura, obtidos no micrótomo. Dois aspectos principais desta etapa do processamento histológico devem ser considerados ao analisar a amostra final, sendo o primeiro relacionado à fixação e o segundo, à inclusão em parafina. Problemas na fixação da amostra, podem causar a retração e o distanciamento de componentes teciduais, formando espaços artificiais que podem ser confundidos com o lúmen de uma estrutura ou órgão. Nesta situação, é importante observar se tal espaço é delimitado ou não por tecido epitelial (ver detalhes na seção XX), de modo que na ausência desta delimitação, o espaço é apenas artificial (Figura 2A). Na inclusão, a amostra é colocada em um molde para a obtenção do bloco de parafina e a base deste molde corresponde à superfície de corte do bloco, que deve ser posicionada paralelamente à navalha do micrótomo. Desta forma, a orientação da amostra no bloco que será cortado na microtomia, determinará o seu plano de corte. Por exemplo, se o eixo longitudinal de uma amostra com formato tubular for orientado perpendicularmente em relação à base do bloco, então a amostra será seccionada transversalmente e visualizada ao ML sob esta perspectiva (Figura 2B).

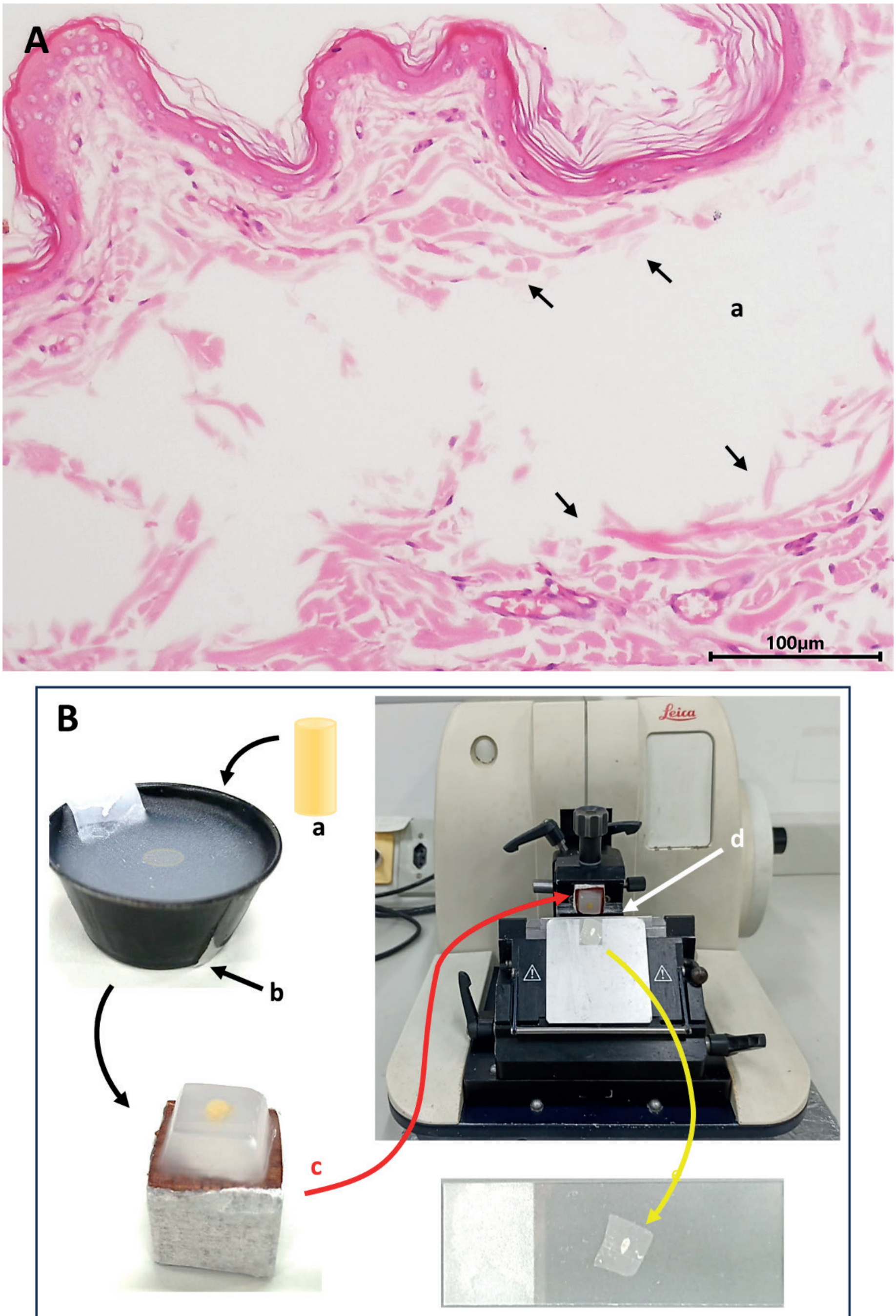


Figura 2. Em A, mostra a retração do tecido conjuntivo gerando um espaçamento artificial (a), evidenciado pela ausência de delimitação epitelial (setas). Em B, representação da orientação perpendicular do órgão tubular (a) em relação à base (b) do molde e, posicionamento do bloco (c) paralelamente à navalha (d) do micrótomo e do corte histológico (e) na lâmina.

3.2 COLORAÇÃO HE

Os constituintes celulares e teciduais apresentam naturalmente pouco ou nenhum contraste, dificultando sua visualização ao microscópio de luz. As colorações artificiais são então utilizadas para gerar contraste entre seus constituintes, destacando características importantes para sua análise e interpretação, como é o caso da coloração por Hematoxilina e Eosina (HE). A hematoxilina, um corante de caráter básico e tonalidade azul-arroxeada, cora componentes ácidos como o DNA do núcleo celular, enquanto a eosina, de caráter ácido e tonalidade avermelhada, cora componentes básicos como proteínas citoplasmáticas e fibras colágenas. Desta forma, a coloração HE fornece informações significativas sobre a natureza química geral, forma, tamanho, composição, organização, distribuição, disposição e proporção dos componentes celulares e teciduais, permitindo o reconhecimento geral da amostra, como exemplificado na figura 3.

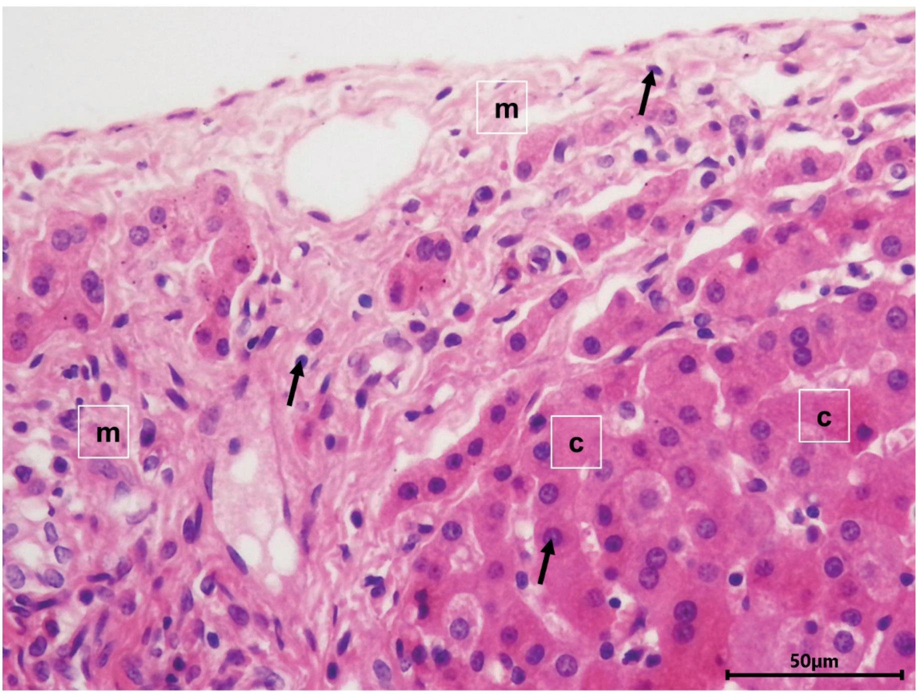


Figura 3. Amostra corada com HE, sendo observada a distribuição da hematoxilina nos núcleos (seta) celulares e a eosina no citoplasma (c) e componentes da MEC (m). Na área inferior direita da imagem, a proximidade dos núcleos mostra que este tecido é mais celularizado e suas células possuem formato arredondado, enquanto mais acima, o espassamento dos núcleos mostra um tecido menos celularizado e com mais componentes extracelulares. Desta forma, é possível reconhecer a presença de dois tipos diferentes de tecidos.

PLANOS DE CORTE

A correlação entre a imagem bidimensional das amostras observadas ao ML com a respectiva estrutura ou órgão, que originalmente são tridimensionais, requer conhecimentos prévios sobre planos de corte e anatomia. No contexto da histologia, os principais planos de corte em relação aos constituintes do corpo são o transversal (quando cortado em seu diâmetro), o longitudinal (quando cortado em seu comprimento), o oblíquo (quando cortado em qualquer ângulo entre o longitudinal e o transversal) e o tangencial (quando o corte toca apenas a superfície). Anatomicamente, a composição e organização tridimensional de estruturas e órgãos estão relacionadas com as suas respectivas funções, conferindo grande diversidade morfológica. Apesar disto, é possível reconhecer alguns padrões de organização, pois muitas estruturas e órgãos podem apresentar formatos geometricamente familiares, como o tubular e o esférico e, podem apresentar uma cavidade central, o lúmen, ou uma composição maciça, quando não há presença de lúmen. Na imagem histológica de um determinado órgão e plano de corte, os seus constituintes podem ser observados sob diversos e distintos planos de corte, devido à disposição espacial destes ao longo do órgão. Em geral, as imagens bidimensionais não são representativas da morfologia tridimensional, sendo necessário analisar diferentes áreas da lâmina para identificar padrões de organização e planos de corte e assim, reconstruir mentalmente a estrutura tridimensional do órgão ou seus constituintes. A figura 4 exemplifica o resultado dos principais planos de corte em uma estrutura de formato tubular.

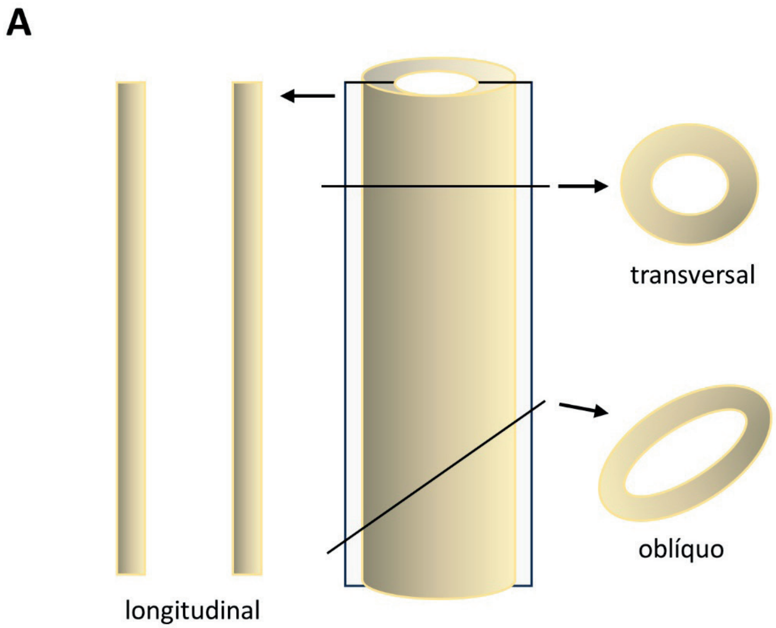




Figura 4. Em A, representação esquemática dos principais planos de corte em uma estrutura de formato tubular. Em B, fotomicrografia da pele sob corte sagital e folículos pilosos sob diferentes planos de corte devido à sua disposição espacial. Segmento sob corte longitudinal (l), transversal (t) e oblíquo (o).

EMBRIOLOGIA

Embriologia é a ciência que estuda o complexo, mas, fascinante processo da formação e desenvolvimento de um novo organismo. Este processo compreende o período embrionário, da fecundação até o dobramento do embrião e o período fetal, da nona semana até o nascimento. No período embrionário surgem os três folhetos embrionários, o ectoderma, o mesoderma e o endoderma, organizados na forma de um disco trilaminar plano (Figura 5A, 5B). Este disco fica situado entre a cavidade amniótica (CA) e a vesícula vitelínica (VV), de modo que a superfície livre do ectoderma e do endoderma ficam voltados para a CA e VV, respectivamente, enquanto o mesoderma encontra-se interposto entre o ectoderma e o endoderma (Figura 5A, 5B). Com o dobramento do embrião, este disco assumirá um formato tubular, levemente alongado e com um lúmen central que corresponde ao intestino primitivo (IP) derivado da porção dorsal da VV (Figura 5C). Consequentemente, neste embrião tubular, os três folhetos embrionários assumem uma disposição que se reflete diretamente na constituição histológica final do organismo adulto (Figura 5D). Em termos gerais, o ectoderma superficial revestindo a superfície externa do embrião dará origem a epiderme, o endoderma revestindo a superfície interna do IP dará origem a maior parte do epitélio luminal de vários órgãos e o mesoderma, permanecendo interposto entre o ectoderma e o endoderma e se diferenciando em tecido mesenquimal, dará origem aos tecidos de suporte e preenchimento de órgãos e membros do corpo (Figura 5D). Apesar desta complexidade, todo o organismo é formado a partir de quatro tecidos fundamentais derivados dos três folhetos embrionários, que são, o tecido epitelial, o tecido conjuntivo, o tecido muscular e o tecido nervoso. O entendimento da correspondência entre os três folhetos embrionários e os tecidos fundamentais, bem como, o conhecimento das características, propriedades e funções destes tecidos, facilitam a compreensão da diversidade histológica que compõe nosso organismo.

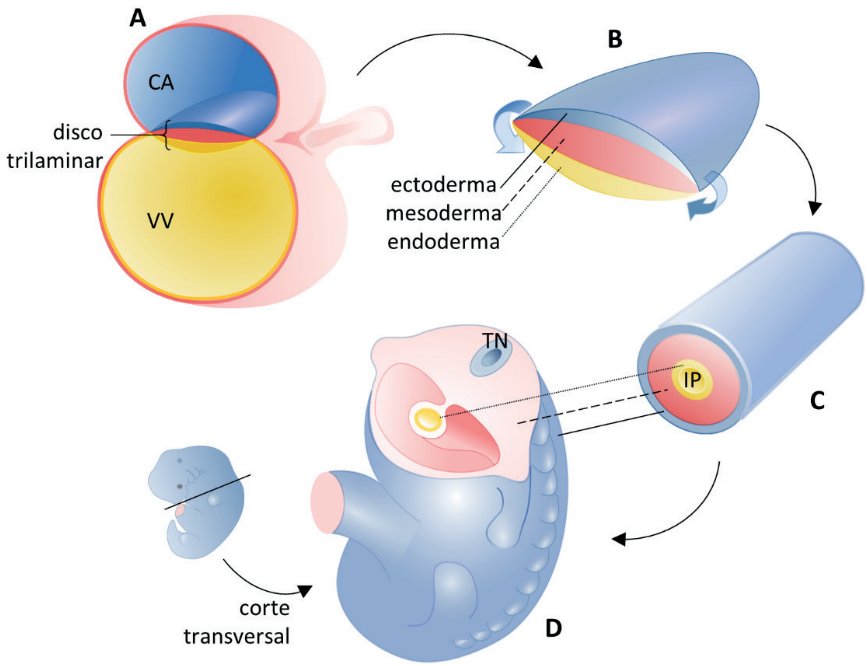


Figura 5. Representação esquemática do embrião na forma de um disco trilaminar plano e suas principais estruturas (A, B), do plano geral tubular após o dobramento do embrião (C) e da correspondência dos folhetos embrionários, ectoderma, mesoderma e endoderma, no corpo do embrião em corte transversal (D). CA: cavidade amniótica, VV: vesícula vitelínica, IP: intestino primitivo, TN: tudo neural. A, B e C (Adaptado de <https://clinicalgate.com/development-of-the-brain/>). D (Adaptado de: GILBERT, 2004).

TECIDO EPITELIAL

O tecido epitelial (TE), diferentemente dos demais tecidos fundamentais, é originado nos três folhetos embrionários. O ectoderma superficial origina a epiderme e seus anexos, o endoderma origina grande parte do epitélio que reveste o lúmen do sistema digestório, respiratório e geniturinário e, o parênquima de órgãos relacionados e por fim, o mesoderma, origina o revestimento epitelial do lúmen vascular, o endotélio e o revestimento de superfícies de órgãos e cavidades corporais, o mesotélio. Assim, é possível reconhecer duas das principais funções do TE, a função de revestimento e de proteção. Estas estão relacionadas a alguns aspectos que caracterizam os TE como, possuir uma superfície livre e apresentar justaposição celular. A superfície livre corresponde à superfície epitelial que não está em contato ou aderida a outro tecido, como a epiderme, cuja superfície livre está voltada para o ambiente externo do corpo ou, o endotélio, que tem sua superfície livre voltada para o lúmen vascular. A superfície epitelial oposta, por sua vez, encontra-se apoiada na membrana basal e tecido conjuntivo subjacente. A justaposição se caracteriza pela proximidade celular, onde as células epiteliais estão muito próximas entre si e unidas por especializações de membrana lateral. Com isto, o TE não dispõe de espaço intercelular para a passagem de vasos sanguíneos, tornando-o um tecido avascular e, portanto, dependente do tecido conjuntivo para sua nutrição e oxigenação. O TE desempenha ainda outras funções como absorção e transporte, relacionadas às especializações de membrana celular apical (microvilosidades, cílios e estereocílios), secreção e excreção, relacionadas às glândulas unicelulares como as células caliciformes ou multicelulares como glândulas exócrinas e endócrinas, filtração e difusão, relacionadas à morfologia pavimentosa de células epiteliais como o endotélio. Histologicamente, o TE se apresenta como TE de revestimento e TE glandular. O TE de revestimento é classificado de acordo com o número de camadas em simples (uma só camada e todas as células tocam a lâmina basal) e estratificado (mais de uma camada e nem todas as células tocam a lâmina basal) e, com o formato celular em pavimentoso, cúbico ou cilíndrico (prismático ou colunar). Os epitélios estratificados apresentam células com formatos variados, devendo ser considerado para a sua classificação, o formato celular da camada mais superficial. Alguns TE de revestimento, devido às suas particularidades, possuem uma classificação diferenciada, como o TE pseudoestratificado cilíndrico, TE de transição (ou urotélio) e TE germinativo. O TE glandular é originado do TE de revestimento e classificado em endócrino, quando a secreção é transportada pela circulação sanguínea e exócrino, quando a secreção é levada até a superfície epitelial. As glândulas endócrinas são ainda classificadas em vesicular e cordonal. Já as exócrinas, de acordo com a morfologia dos seus dois componentes básicos, que são os ductos e a porção secretora, são classificadas respectivamente em simples (ducto não ramificado) ou compostas (ducto ramificado) e em tubular, acinar ou alveolar, ou ainda, uma combinação destes.

6.1 PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

a. Identificação geral de tecidos epiteliais

A identificação dos TE nos cortes histológicos tem como ponto de partida, o reconhecimento de três características principais: a superfície livre, a justaposição celular e a presença de TC subjacente. Após este reconhecimento, a observação de outras características e propriedades do TE em análise, como o número de camadas celulares, o formato celular e a presença de especializações de membrana apical, permitem fazer a classificação do tecido e a correlação entre função e localização.

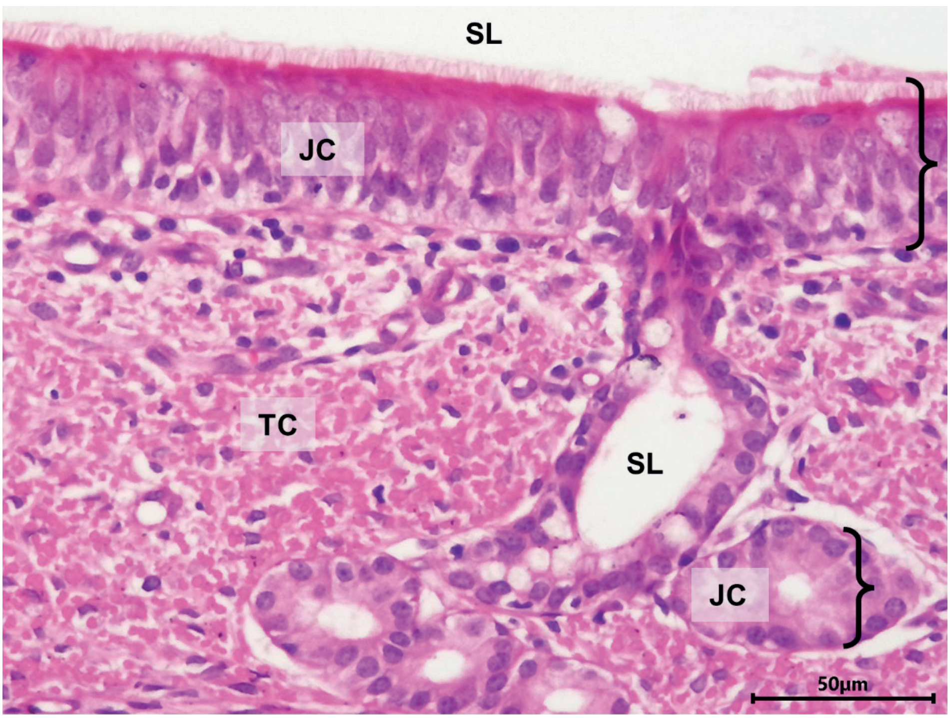


Figura 6. Dentre os tecidos mostrados nesta imagem, os TE (chave) podem ser reconhecidos em diferentes locais pela presença da superfície livre (SL), da justaposição celular (JC) e da presença de tecido conjuntivo adjacente (TC).

a. TE pavimentoso simples:

A camada única de células pavimentosas deste tecido forma uma membrana delgada e delicada, sendo apropriada para compor por exemplo, o mesotélio, que reveste a superfície externa de órgãos evitando o atrito entre eles e, o endotélio que reveste o lúmen de vasos sanguíneos e o epitélio da alça de Henle no rim e dos alvéolos pulmonares, permitindo a difusão de nutrientes, íons e trocas gasosas.

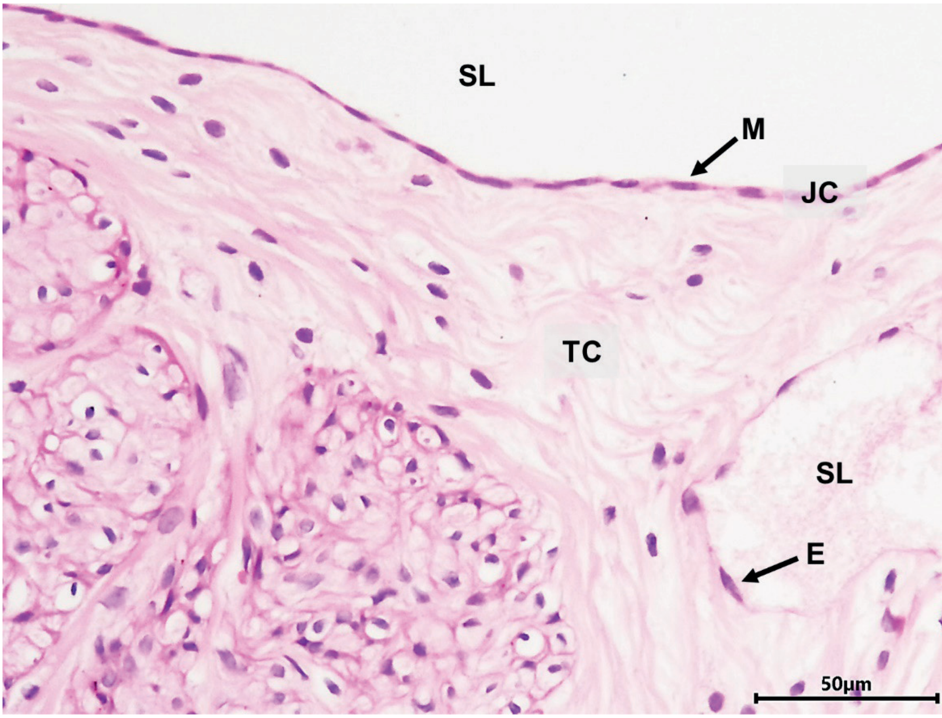


Figura 7. O TE pavimentoso simples pode ser identificado como mesotélio (M), recobrindo órgãos externamente o e endotélio (E), revestindo o lúmen do vaso sanguíneo. Em ambos, a presença de superfície livre (SL), justaposição celular JC) e tecido conjuntivo adjacente (TC).

b. TE cúbico simples

As células cúbicas caracteristicamente possuem um núcleo central e esférico. O TE cúbico simples, forma uma membrana levemente espessada, conferindo maior proteção às estruturas onde está presente como a superfície do ovário e a parede de ductos e/ou porção secretora de glândulas como as glândulas salivares, mamária e pâncreas exócrino. A estrutura celular de uma célula cúbica, permite a formação de especializações de membrana apical como microvilosidades, possibilitando a reabsorção de diversas substâncias e íons, a exemplo dos túbulos contorcidos proximais do rim.

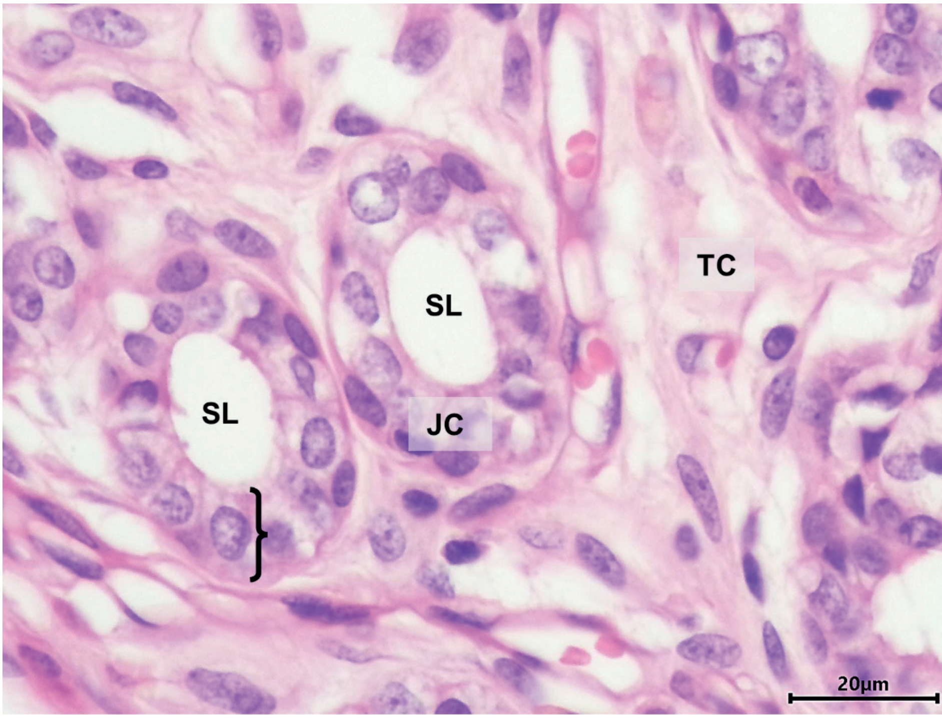


Figura 8. A imagem mostra o TE cúbico simples (chave) delimitando um ducto glandular sob corte transversal. Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo subjacente (TC).

c. TE cilíndrico simples

As células cilíndricas deste epitélio simples conferem a ele uma maior espessura, estando presente em locais que possuem um lúmen amplo como o estômago, intestinos, bronquíolos e útero. As células cilíndricas caracteristicamente apresentam o núcleo com formato ovalado e posicionado mais basalmente e podem apresentar além de microvilosidades, cílios e estereocílios, desempenhando funções como absorção (intestino), propulsão de células (oócito) e sensorial (ouvido interno).

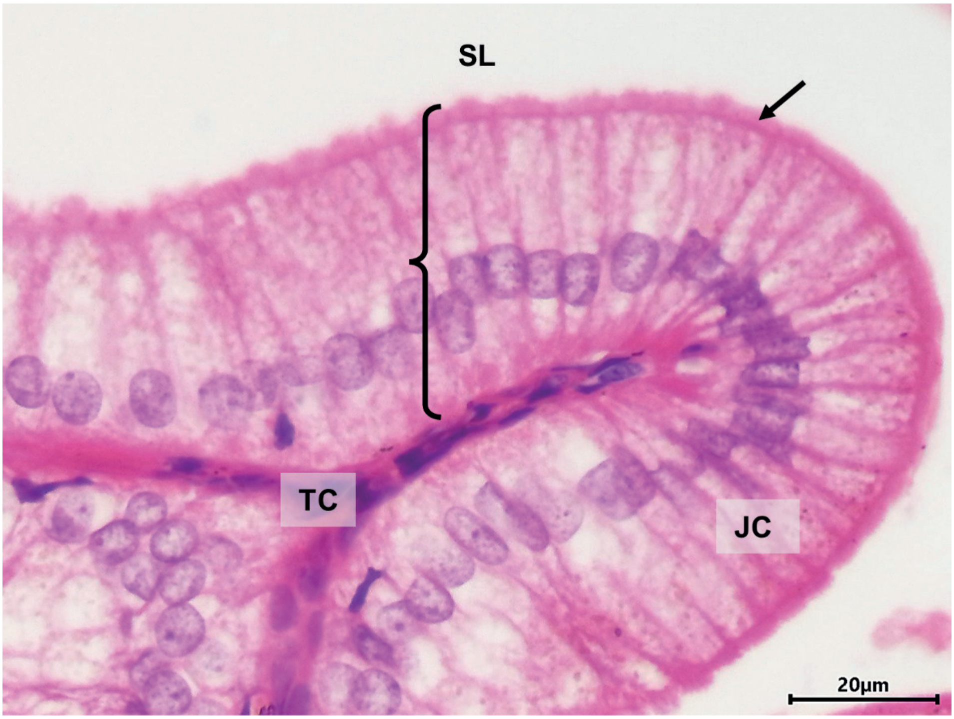


Figura 9. A imagem mostra o TE cilíndrico simples (chave) com borda em escova (seta) delimitando a superfície luminal da vesícula biliar. Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo subjacente (TC).

b. TE estratificado pavimentoso

Este tecido é formado por várias camadas celulares sobrepostas, apresentando células com formato cúbico a cilíndrico baixo (camada profunda), poliédrico (camada intermediária) e pavimentoso (camada superficial). A sobreposição de camadas torna este tecido bastante espesso e assim, resistente ao atrito e, a presença adicional de queratina em alguns epitélios, aumenta sua capacidade de proteção, evitando a perda excessiva de água. Desta forma, os epitélios não queratinizados e geralmente umedecidos, revestem e protegem locais como a cavidade oral, esôfago e vagina, enquanto o epitélio queratinizado, que compõe a epiderme da pele, reveste e protege todo o corpo.

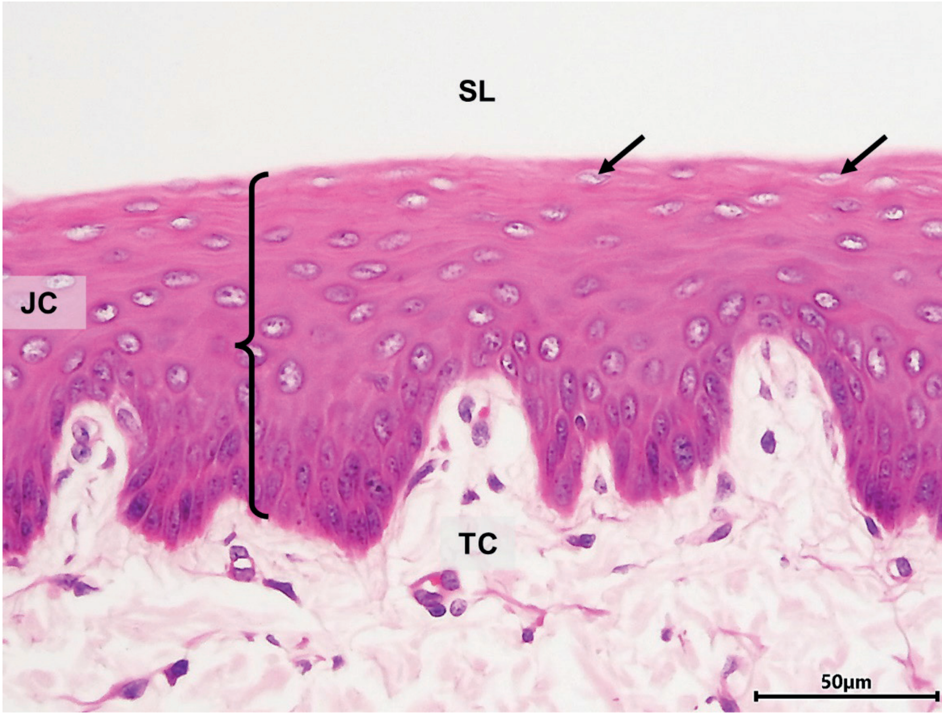


Figura 10. A imagem mostra o TE estratificado pavimentoso (chave) que reveste o lúmen do esôfago, sob corte sagital. Células da camada mais superficial com formato pavimentoso (seta). Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo subjacente (TC).

e. TE estratificado cúbico

Este epitélio é pouco comum no organismo e normalmente formado por duas camadas celulares, sendo a mais superficial de formato cúbico. Esta organização, confere ao epitélio capacidade de proteção ao mesmo tempo em que é suficientemente fino para revestir estruturas com um lúmen reduzido, como o ducto excretor de glândulas sudoríparas e mamárias.

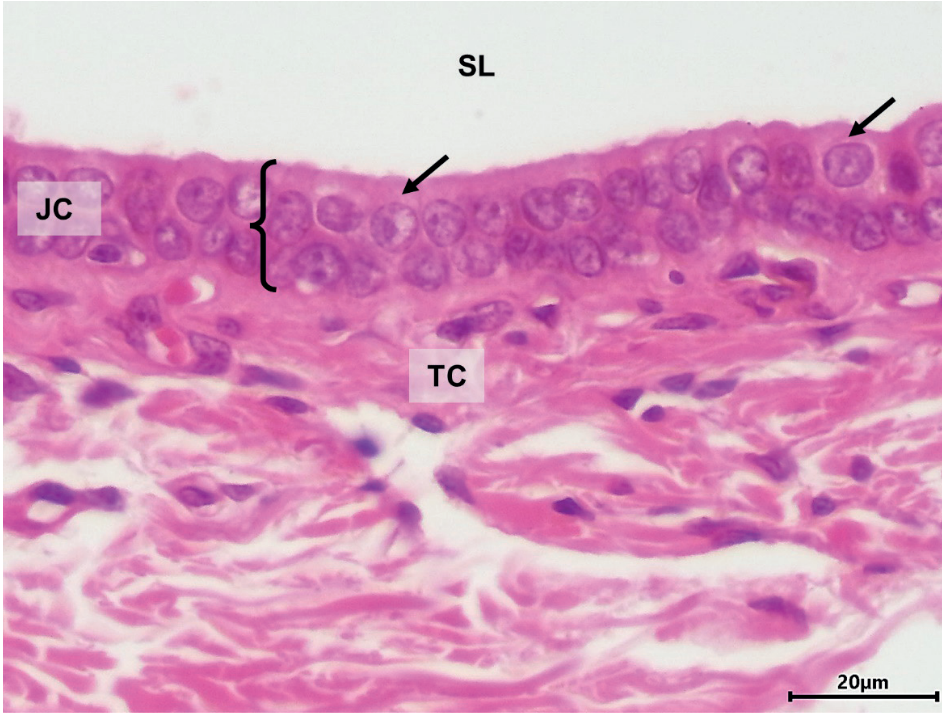


Figura 11. A imagem mostra o TE estratificado cúbico (chave) delimitando o lúmen de um ducto glandular. Células da camada superficial com formato cúbico (seta). Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo subjacente (TC)

f) TE estratificado cilíndrico

Este epitélio também é pouco comum no organismo e normalmente formado por duas camadas celulares, sendo a mais superficial de formato cilíndrico. Por ser um epitélio mais alto do que o TE estratificado cúbico, ele reveste e protege locais com um lúmen mais amplo como a uretra peniana e a superfície da conjuntiva do olho.

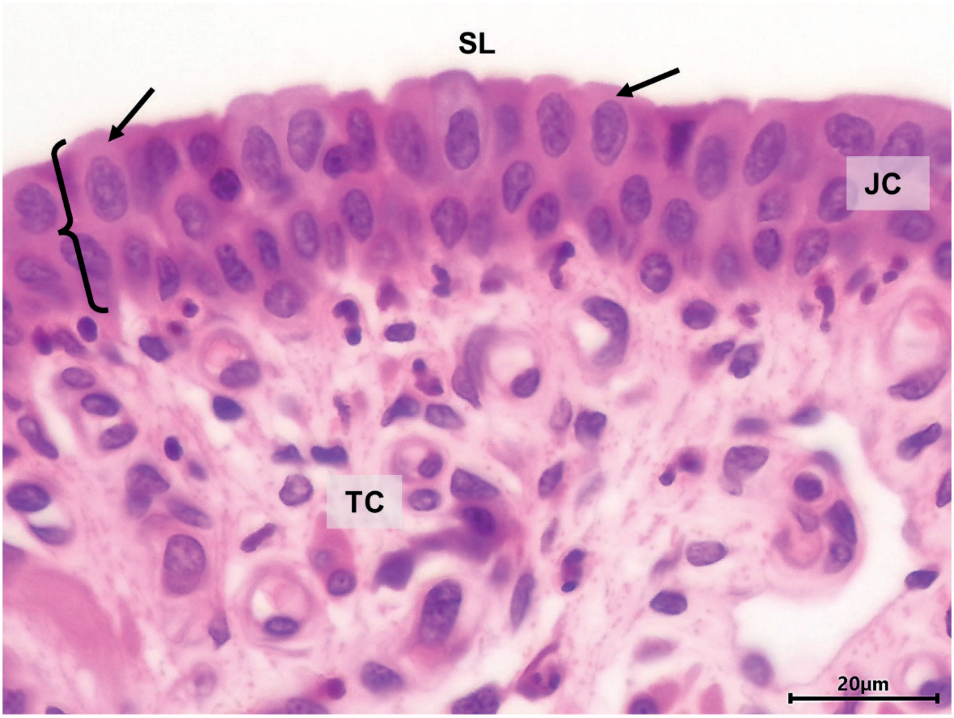


Figura 12. A imagem mostra o TE estratificado cilíndrico (chave) delimitando o lúmen da uretra peniana. Células da camada superficial com formato cilíndrico (seta). Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo subjacente (TC)

g. TE pseudoestratificado cilíndrico

Este é um tecido simples, onde todas as células tocam a lâmina basal, mas nem todas alcançam a superfície, pois, as células, e consequentemente seus núcleos, apresentam alturas diferentes. Diversos tipos celulares como células caliciformes e neurônios bipolares e/ou, especializações de membrana apical como cílios e estereocílios podem estar presentes, conferindo características especiais implicadas na função e distribuição deste tecido. O TE pseudoestratificado cilíndrico ciliado com células caliciformes é encontrado na traqueia e outras vias respiratórias, o TE pseudoestratificado cilíndrico com estereocílios, no epidídimo e ducto deferente e o TE pseudoestratificado cilíndrico denominado de epitélio olfatório, na região olfatória da cavidade nasal.

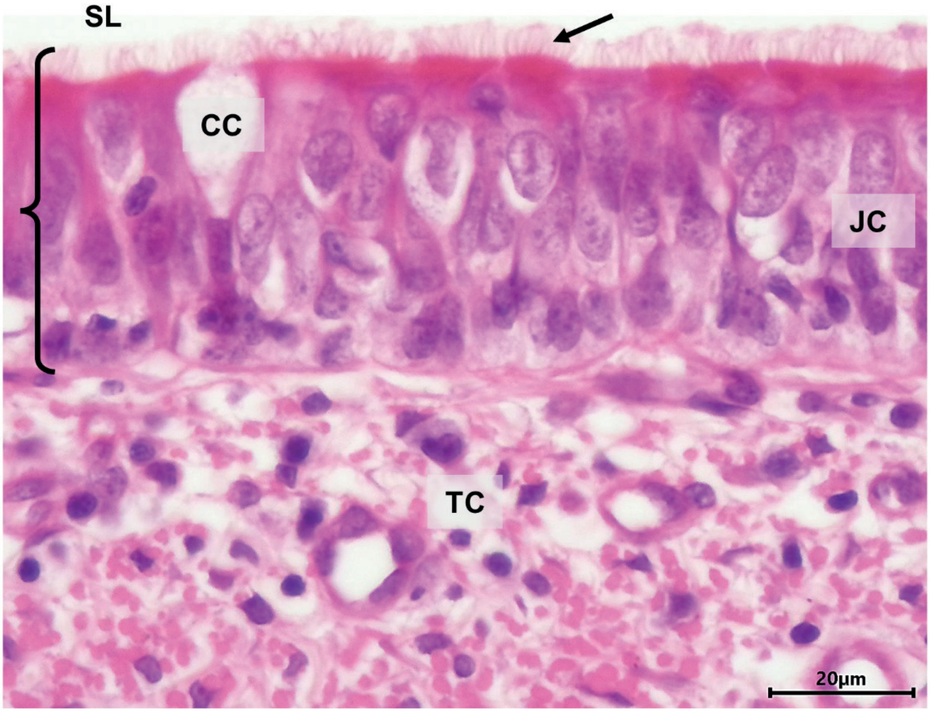


Figura 13. A imagem mostra o TE pseudoestratificado cilíndrico (chave) ciliado (seta) com células caliciformes (CC) delimitando a superfície luminal da traquéia. Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo adjacente (TC).

h. TE de transição ou urotélio

Este é um tecido estratificado, porém suas células mais superficiais possuem um formato globular, permitindo que se ajustem à movimentos de distensão e relaxamento, como ocorre na bexiga urinária e ureteres. Quando o órgão se distende, as células assumem um formato mais pavimentoso e ao relaxar, voltam à sua forma globosa.

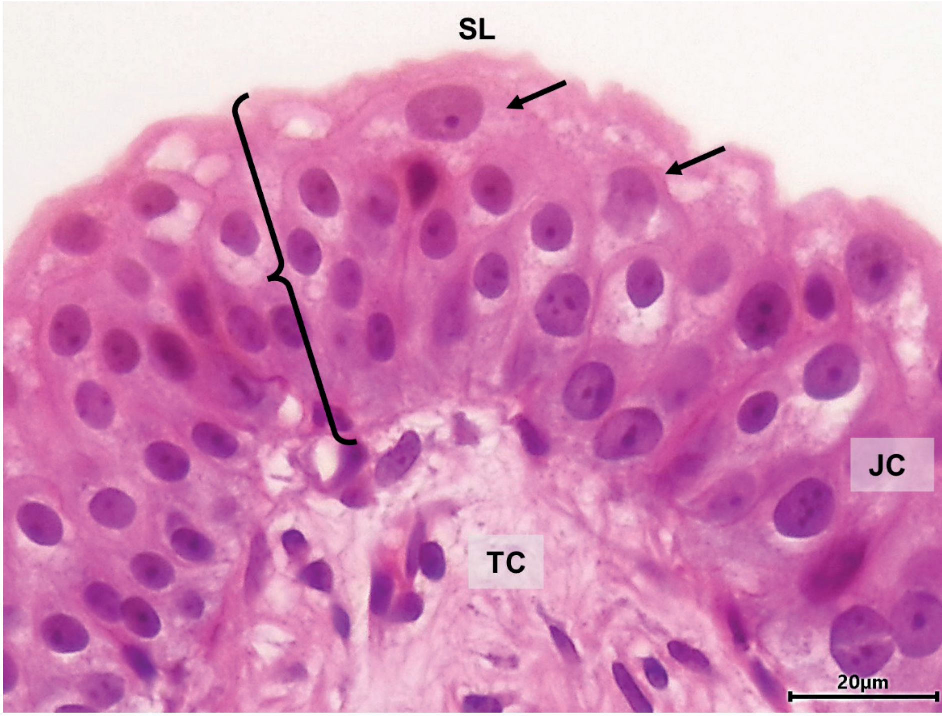


Figura 14. A imagem mostra o TE de transição (chave) com células superficiais globosas (seta) delimitando a superfície luminal da bexiga. Superfície livre (SL), justaposição celular (JC) e tecido conjuntivo adjacente (TC).

TECIDO CONJUNTIVO

O mesoderma embrionário, disposto entre o ectoderma e o endoderma, se diferencia em tecido mesenquimal e a partir deste, o tecido conjuntivo (TC) é originado, permanecendo nele as funções de preenchimento e continuidade entre os demais tecidos e estruturas que serão formados pelo mesoderma. O TC possui três componentes básicos: células, fibras e substância fundamental amorfa (SFA), sendo estes dois últimos, elementos da matriz extracelular (MEC). Contudo, estes componentes são bastante diversos e podem se combinar de diferentes maneiras, compondo uma ampla variedade de tecidos conjuntivos com propriedades e características específicas que permitem a eles, desempenhar distintas funções. Uma destas características é a maior quantidade de matriz extracelular e consequente distanciamento celular. Este arranjo mais frouxo permite que o TC se ajuste por entre outros tecidos, fazendo o preenchimento e favorecendo a passagem e distribuição de vasos sanguíneos e nervos para a nutrição, oxigenação e inervação de todo o organismo, caracterizando o conjuntivo como um tecido vascularizado e inervado. Outras funções do TC estão relacionadas a propriedades de componentes da matriz extracelular. Por exemplo, a presença e maior proporção de fibras colágenas, elásticas e/ou reticulares (especialmente a fibra colágena do tipo I devido à sua maior capacidade de resistência) em locais como o estroma glandular e a cápsula que reveste órgãos, possibilita ao TC desempenhar as funções de sustentação e proteção. Estas funções também são reconhecidas no tecido ósseo, um tipo especializado de TC, cuja dureza da sua matriz extracelular se deve a deposição de íons como o cálcio. Já a presença de moléculas sulfatadas na SFA, promove a adsorção de água, tornando a MEC hidratada, flexível e resistente à forças de compressão, como ocorre no tecido cartilaginoso. Por meio de suas células, o TC atua ainda em processos de reparo tecidual e defesa do organismo, onde os fibroblastos produzem componentes de MEC e macrófagos, mastócitos, plasmócitos e leucócitos, participam de respostas imunológicas, respectivamente. Os tecidos conjuntivos são classificados de acordo com o tipo, proporção e disposição dos seus componentes extracelulares ou o tipo celular predominante, no caso do tecido adiposo. O TC é primeiramente classificado em TC embrionário (mesênquima e tecido mucoso), TC propriamente dito, que será abordado a seguir e TC especializado (tecido reticular, tecido elástico, tecido adiposo, sangue, tecido hematopoiético, tecido cartilaginoso e tecido ósseo). O TC propriamente dito é classificado em frouxo e em denso modelado e não modelado, de acordo com a predominância e disposição de suas fibras colágenas.

7.1 PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

a. Identificação geral do tecido conjuntivo propriamente dito

A identificação do tecido conjuntivo propriamente dito nos cortes histológicos tem como ponto de partida, o reconhecimento da disposição mais espaçada das células devido à maior quantidade de MEC e das fibras colágenas. A observação de outros aspectos como a quantidade, as dimensões e o arranjo das fibras, permite fazer a classificação do tecido e a correlação entre função e localização.



Figura 15. Dentre os tecidos mostrados nesta imagem, o TC propriamente dito pode ser identificado pela disposição mais espaçada das células (círculo) devido a maior quantidade de MEC entre elas e pela presença de fibras colágenas (f) que caracteristicamente se coram pela eosina com uma tonalidade rosada. O principal tipo celular destes tecidos, o fibroblasto (detalhe: seta), também pode ser observado. As áreas pouco coradas entre as células e as fibras, correspondem à SFA.

b. TC frouxo

O TC frouxo é composto por uma proporção similar de células, fibras e SFA. Suas fibras colágenas dispostas irregularmente são delgadas, tornando este tecido mais delicado e flexível, sendo apropriado para preencher locais com espaço reduzido e sujeitos a leve pressão e atrito. Devido a este arranjo mais frouxo, que facilita a difusão de substâncias e por ser bem vascularizado, este tecido está frequentemente associado aos TE, fazendo a sua nutrição e oxigenação. Ainda, o TC frouxo associado aos TE com maior exposição a antígenos, concentra células de resposta imunológica, atuando na defesa do organismo.

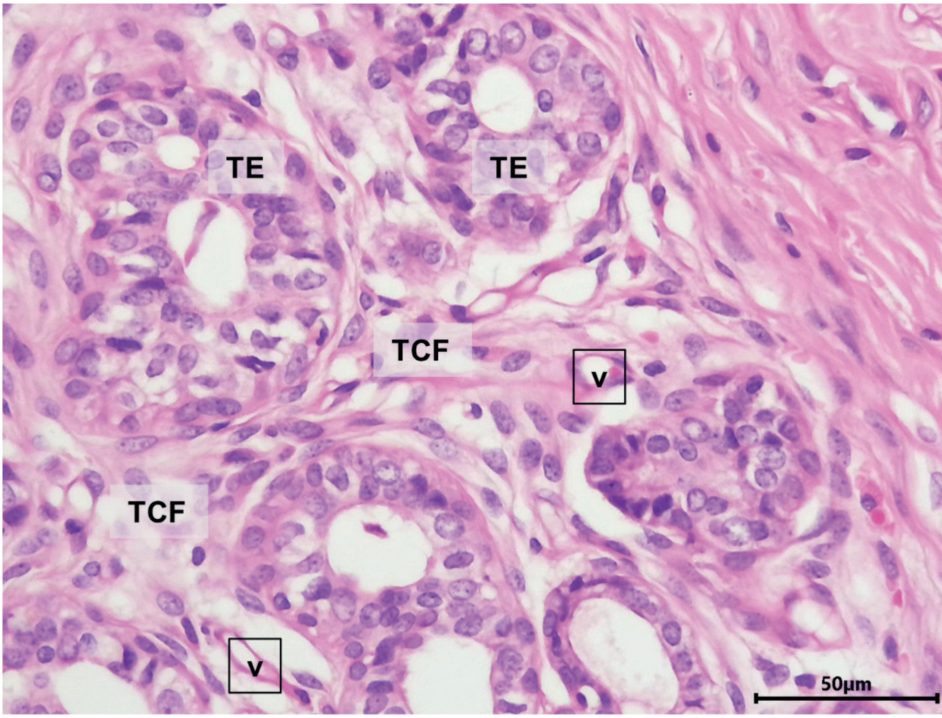


Figura 16. A imagem mostra o TC frouxo (TCF) contendo proporção similar de células, fibras e SFA, vascularizado (v) e associado ao tecido epitelial (TE) glandular. As fibras colágenas são delgadas e dispostas irregularmente.

c. TC denso não modelado

O TC denso não modelado (irregular) possui uma maior proporção de fibras colágenas do tipo I e neste tecido, as fibras são mais espessas e dispostas irregularmente e as células mais escassas, são principalmente fibroblastos. Desta forma, o TC denso não modelado atua como um tecido de suporte, compondo parte do estroma glandular ou da parede de órgãos, de proteção, compondo cápsulas que envolvem órgãos e de resistência a trações multidirecionais, como ocorre na camada reticular da derme da pele.

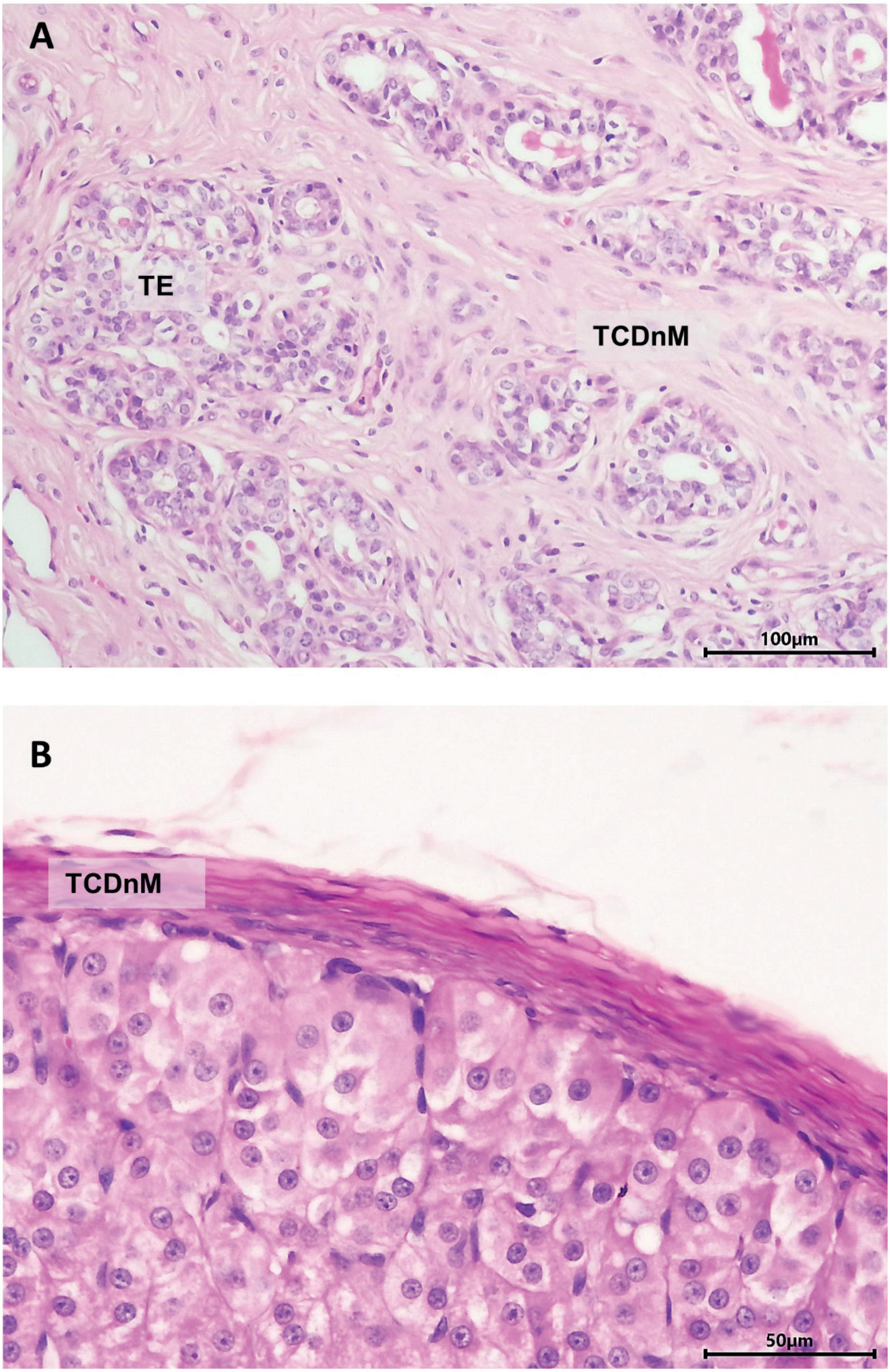


Figura 17. A imagem mostra o TC denso não modelado (TCDnM) compondo o estroma de sustentação glandular (A) e a cápsula do rim (B). Apesar da aparência ligeiramente diferente, ambos possuem fibras colágenas mais espessas e em maior proporção. TE: tecido epitelial glandular.

d. TC denso modelado

O TC denso modelado também possui uma maior proporção de fibras colágenas do tipo I e neste tecido, as fibras são ainda mais espessas e dispostas de forma regular, paralelamente uma as outras. Desta forma, o TC denso modelado atua como um tecido de alta resistência a trações unidirecionais, como ocorre nos tendões e ligamentos.

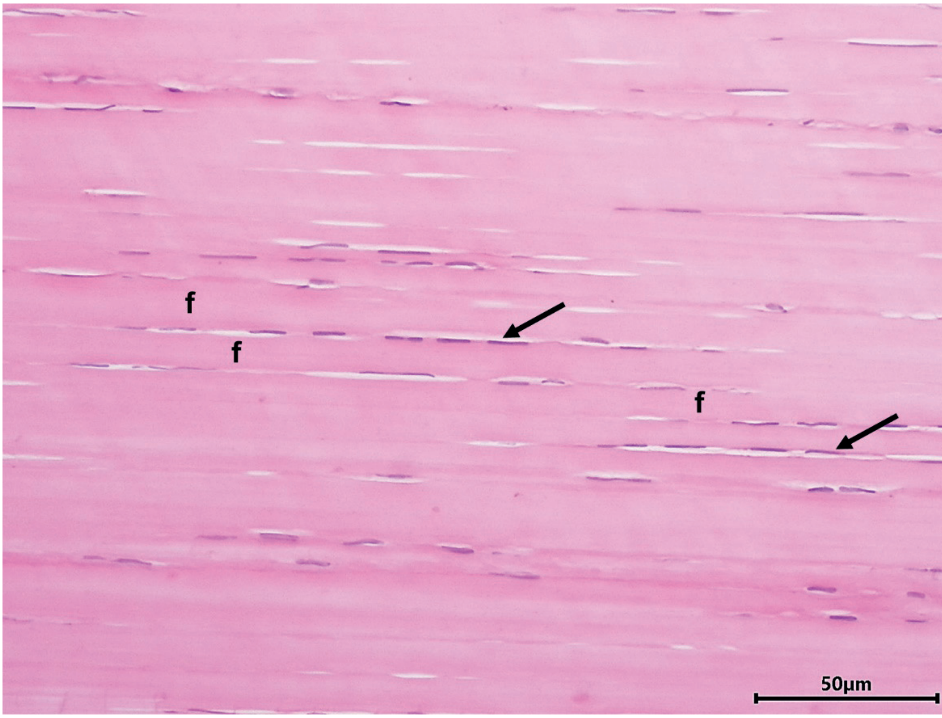


Figura 18. A imagem mostra o TC denso modelado do tendão, com fibras (f) colágenas bastante espessas e fibroblastos (seta) alinhados entre as fibras devido à sua disposição paralela.

TECIDO MUSCULAR

O tecido muscular (TM), com poucas exceções, se diferencia do tecido mesenquimal originado do mesoderma embrionário paraxial (TM esquelético) e do mesoderma lateral esplâncnico (TM liso e TM cardíaco). Os TM, devido a sua capacidade de contração e em associação a outros tecidos ou estruturas, desempenham funções como locomoção, bombeamento do sangue e circulação sanguínea, movimentos peristálticos, regulação da respiração, entre outros. A capacidade de contração está relacionada à presença e associação de determinadas proteínas, mas em especial, dos miofilamentos de actina e miosina. Estes miofilamentos se agrupam em unidades funcionais denominadas sarcômeros, apresentando uma região mais escura, a banda A e outra mais clara, a banda I. Os sarcômeros se dispõem repetidamente ao longo das miofibrilas e estas, se organizam em feixes paralelos, de modo a sobrepor as bandas A e as bandas I, gerando as estriações transversais características do TM estriado esquelético e do TM estriado cardíaco. O TM liso, por sua vez, não possui estriações transversais, pois os miofilamentos de actina e miosina estão dispostos em várias direções, formando uma rede tridimensional. A contração muscular é uma atividade regulada pelo sistema nervoso autônomo (TM liso e cardíaco) ou somático (TM esquelético) e com alta demanda de nutrientes e oxigênio. Assim, o suprimento nervoso e vascular chega aos tecidos musculares por meio dos envoltórios de tecido conjuntivo: o endomísio, que envolve cada célula muscular, o perimísio, que envolve os feixes musculares e, o epimísio, que envolve todo o grupo muscular. No TM liso e no cardíaco, o envoltório presente é o endomísio. Outras características morfológicas, como a quantidade e disposição dos núcleos e formato celular, possibilitam o reconhecimento e diferenciação dos TM nas lâminas histológicas.

8.1 PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

a. Identificação geral dos tecidos musculares

A identificação dos tecidos musculares, nos cortes histológicos, tem como ponto de partida o reconhecimento da dimensão celular, da eosinofilia citoplasmática e da disposição paralela das fibras. Diferentemente das células do tecido epitelial e conjuntivo, as células musculares são relativamente longas e de grande diâmetro, tornando evidente a sua eosinofilia citoplasmática. As fibras estão dispostas paralelamente entre si em um mesmo feixe de fibras, mas os feixes podem estar dispostos em direções diferentes entre si, como por exemplo na língua e na parede de órgãos viscerais.

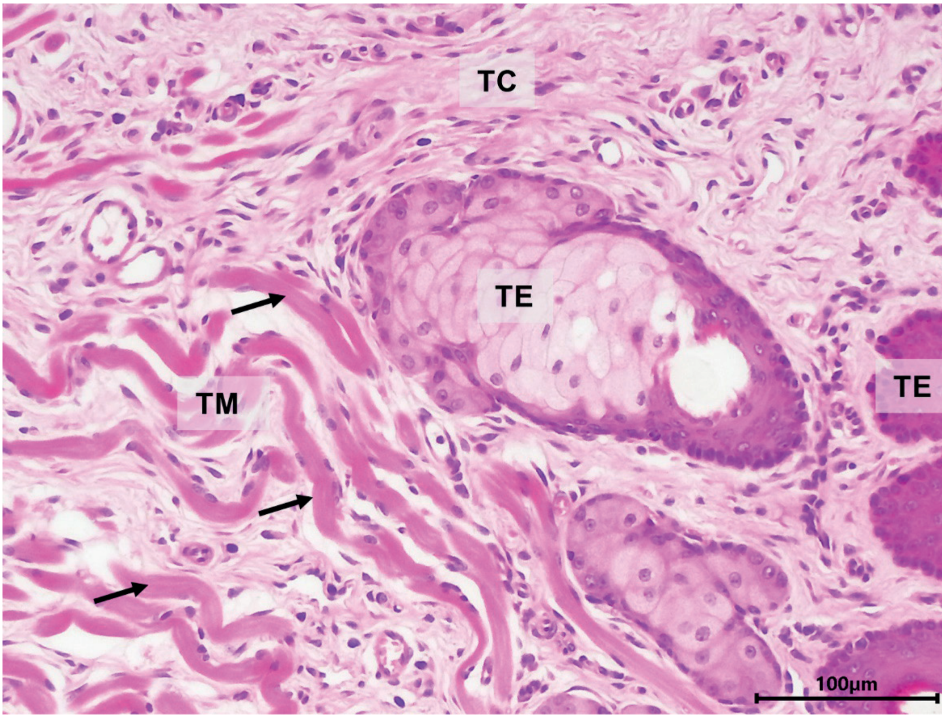


Figura 19. Dentre os tecidos mostrados nesta imagem, o TM pode ser identificado pela presença de células (seta) eosinófilas de grande tamanho e dispostas paralelamente entre si. TE: tecido epitelial, TC: tecido conjuntivo.

b. TM estriado esquelético

Neste tecido as células estriadas são cilíndricas, longas, multinucleadas e os núcleos distribuídos na periferia celular, uma vez que as miofibrilas ocupam grande parte do citoplasma. O TM estriado esquelético apresenta controle voluntário da contração muscular, compondo principalmente o sistema músculo esquelético, mas também está presente em locais como o terço superior do esôfago e na derme da região da cabeça e pescoço.

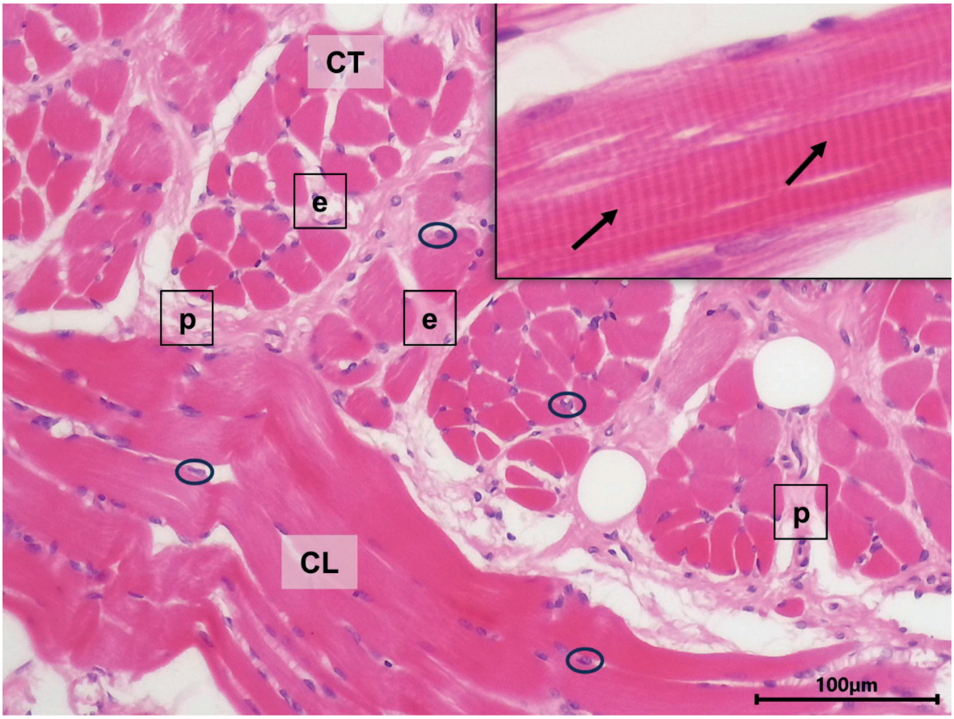


Figura 20. A imagem mostra o TM estriado esquelético, sob corte transversal (CT) e longitudinal (CL) e, suas principais características celulares: múltiplos núcleos dispostos perifericamente (círculo) e no detalhe, estriações transversais (seta). Presença do endomísio (e) e perimísio (p).

c. TM estriado cardíaco

Neste tecido, as células também são estriadas, mas diferentemente do TM estriado esquelético, são mais curtas e possuem de 1 a 2 núcleos centrais. As extremidades celulares podem ser ramificadas e as células adjacentes são conectadas por meio de junções celulares, formando os discos intercalares, característicos deste tipo muscular. A extensa vascularização e inervação é distribuída pelo endomísio. O TM cardíaco apresenta controle involuntário da contração muscular e compõe, predominantemente, o miocárdio do coração.

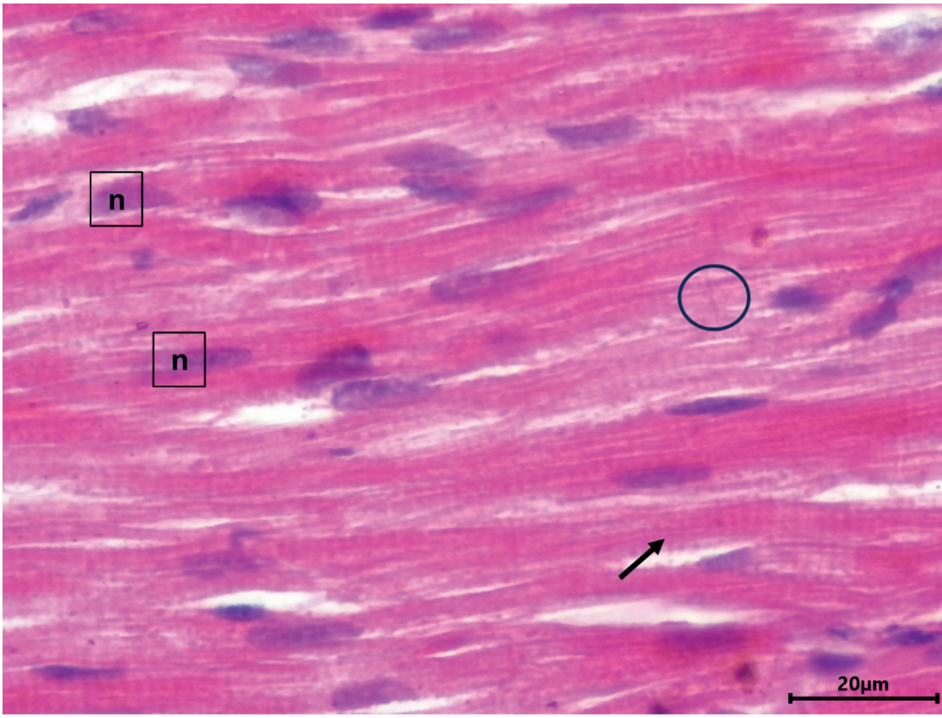


Figura 21. A imagem mostra o TM estriado cardíaco e suas principais características celulares: estriações transversais (seta), núcleos (n) dispostos centralmente e disco intercalar (círculo).

d. TM liso

As células musculares do TM liso são eosinófilas e contém um núcleo elíptico central. Diferentemente dos demais TM, as células são fusiformes, mais curtas e não apresentam estriações transversais. O formato fusiforme permite uma disposição celular intrincada e assim, a formação de camadas contínuas, que sob controle involuntário da contração, compõem a parede de vasos sanguíneos e órgãos viscerais. Ainda, o TM liso está presente na forma de feixes musculares associados aos pelos da pele ou formando o músculo intrínseco do olho. A extensa vascularização e inervação é distribuída pelo endomísio.

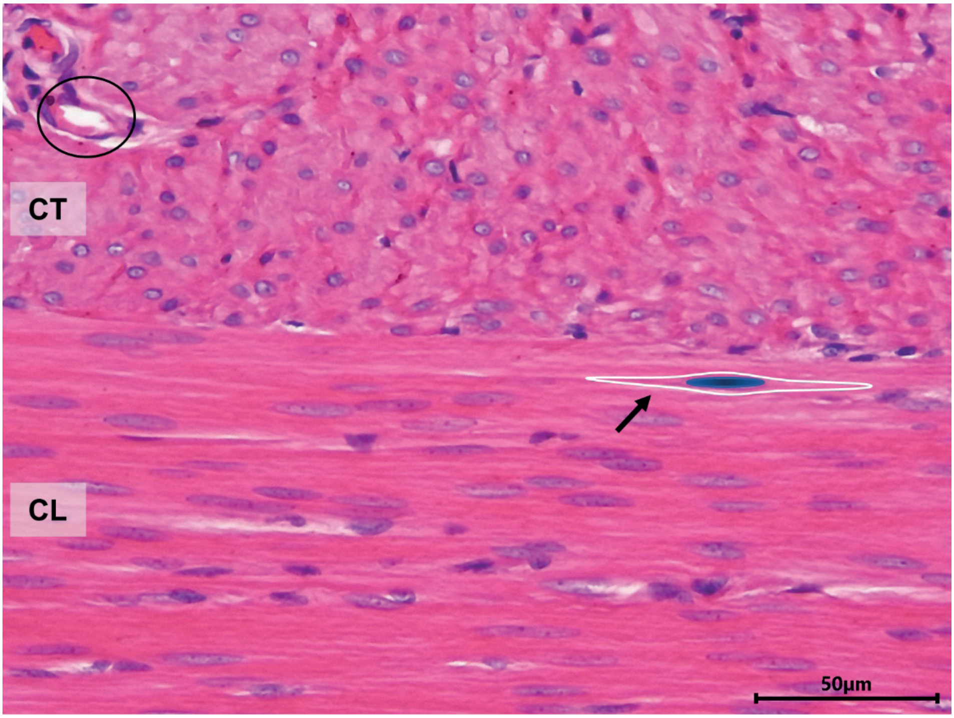


Figura 22. A imagem mostra o TM liso organizado em duas camadas, sob corte transversal (CT) e longitudinal (CL), compondo a parede do intestino e, suas principais características celulares (seta): formato fusiforme e núcleos dispostos centralmente. No endomísio, a presença de vasos sanguíneos (círculo).

TECIDO NERVOSO

O tecido nervoso (TN) é originado de uma porção diferenciada do ectoderma, denominada neuroectoderma. Esta porção torna-se espessada compondo a placa neural, cujas bordas se elevam e se fundem formando o tubo neural e as células da crista neural. Estes componentes se desprendem do ectoderma superficial, ficando inseridos e circundados pelo mesoderma intraembrionário, do qual deriva o tecido conjuntivo que se associa ao tubo neural formando o SNC e às células da crista neural, formando o SNP. As células que compõem o TN, os neurônios e as células da glia, são derivadas de células embrionárias, os neuroblastos e glioblastos, respectivamente. Os neurônios, especializados na condução de estímulos, são responsáveis pela recepção, processamento e integração de informações entre os componentes do organismo e com o ambiente externo. Os neurônios são formados pelo corpo celular e suas projeções citoplasmáticas, os dendritos e o axônio. O corpo, de tamanhos variados, caracteristicamente apresenta o citoplasma levemente basófilo e contém um núcleo grande, pouco corado, cromatina frouxa e um nucléolo evidente, evidenciando sua alta atividade celular. O dendrito pode ser único ou em grande número e ramificado e, o axônio, único e delgado, pode ser relativamente curto ou bastante longo. Esta diversidade morfológica possui uma relação funcional, de modo que os neurônios podem ser reconhecidos como neurônios multipolares (motores), pseudounipolares (sensoriais) e bipolares (interneurônios). As células da glia, fundamentais para a atividade neuronal, fornecem suporte físico e metabólico e estão presentes em grande quantidade e próximas aos neurônios. São células pequenas e arredondadas, podendo apresentar prolongamentos citoplasmáticos curtos e ramificados. As células gliais compreendem os astrócitos, oligodendrócitos, micróglia e células ependimárias no SNC e, células de Schwann e células-satélites no SNP. No SNC, representado em grande parte pelo cérebro, cerebelo e medula espinhal, o TN se apresenta como substância branca e substância cinzenta, formadas, respectivamente, por axônios amielínicos ou mielinizados e, corpos de neurônios, dendritos e porção inicial de axônios. No SNP, que se distribui por todo o organismo, o TN se apresenta na forma de nervos e gânglios nervosos, formados, respectivamente, por axônios amielínicos ou mielinizados e células ganglionares. Estas diferentes formas de apresentação do TN e outras características morfológicas, como a organização em camadas, tipos celulares específicos, aspecto filamentoso ou celularizado e presença de bainhas conjuntivas, conferem uma aparência histológica própria que permite diferenciá-los entre si e dos demais tecidos fundamentais.

9.1 PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

a. Identificação geral do TN

A identificação do tecido nervoso nos cortes histológicos tem como ponto de partida, o reconhecimento de características como o aspecto filamentoso devido à presença de axônios, o aspecto celularizado devido aos corpos de neurônios e células da glia e, o núcleo grande pouco corado e nucléolo evidente dos neurônios. Cortes histológicos de componentes do SNC como cérebro, cerebelo e medula espinhal são mais específicos, sendo o TN o principal tecido presente, facilitando sua identificação. Por outro lado, os componentes do SNP, representados pelos nervos e gânglios nervosos, são distribuídos para os demais tecidos e órgãos do corpo por meio do tecido conjuntivo e assim, estão presentes em grande parte das lâminas histológicas analisadas rotineiramente, mas nem sempre de fácil identificação. Um critério adicional a ser considerado para a identificação de ambos os componentes é o reconhecimento prévio do tecido conjuntivo na lâmina em análise e nele, os demais aspectos que caracterizam os nervos e gânglios nervosos.

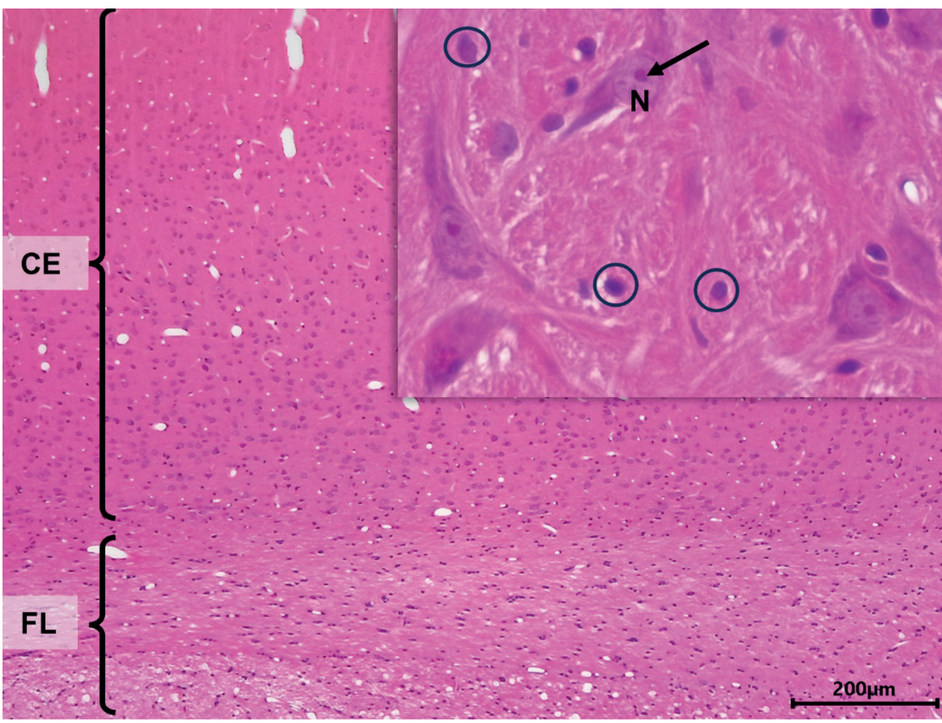


Figura 23. A imagem mostra o aspecto geral celularizado (CE) gerado pela presença dos pericários de neurônios e filamentoso (FL), pela presença de axônios, característicos do TN. Em ambos, presença de células da glia. Detalhe: células da glia (círculo) e pericários de neurônios com núcleo (N) grande, pouco corado e nucléolo evidente (seta).

b. Nervos

Os nervos são formados por feixes de axônios circundados por tecido conjunto. Ao longo do seu trajeto pelo corpo, os nervos são envolvidos pelas bainhas conjuntivas, epineuro (envolve o nervo na sua totalidade), perineuro (envolve cada feixe de axônio) e endoneuro (envolve cada axônio), fundamentais para a sua proteção e vascularização. Os axônios são delgados e delicados, apresentando um aspecto filamentoso sob corte longitudinal e circular sob corte transversal e, levemente eosinófilos e vacuolizados quando mielinizados pelas células de Schwann. Assim, os nervos e feixes nervosos poderão ser identificados por estas características e diferenciados dos demais tecidos circunvizinhos.

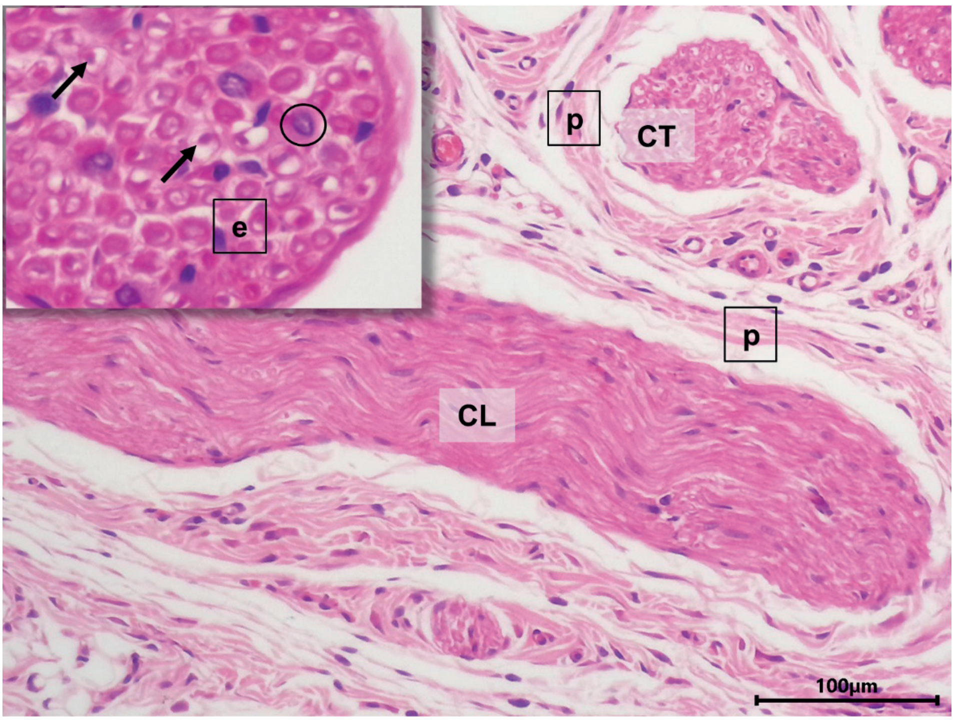


Figura 24. A imagem mostra o aspecto circular de um feixe nervoso em corte transversal (CT) e filamentoso em corte longitudinal (CL), envolvidos por perineuro (p). Detalhe: axônios (seta) mielinizados, núcleos das células de Schwann (círculo) e endoneuro (e).

c. Gânglios nervosos

Os gânglios, dispostos ao longo de nervos a eles associados, são formados pelo conjunto de corpos celulares de células ganglionares e pequenas porções dos axônios aferentes e eferentes destes nervos e, envolvidos por cápsula de tecido conjuntivo vascularizado. Nos cortes histológicos, os gânglios podem ser observados com tamanhos variados e as células ganglionares, geralmente grandes, são reconhecidas por suas características de célula neuronal.

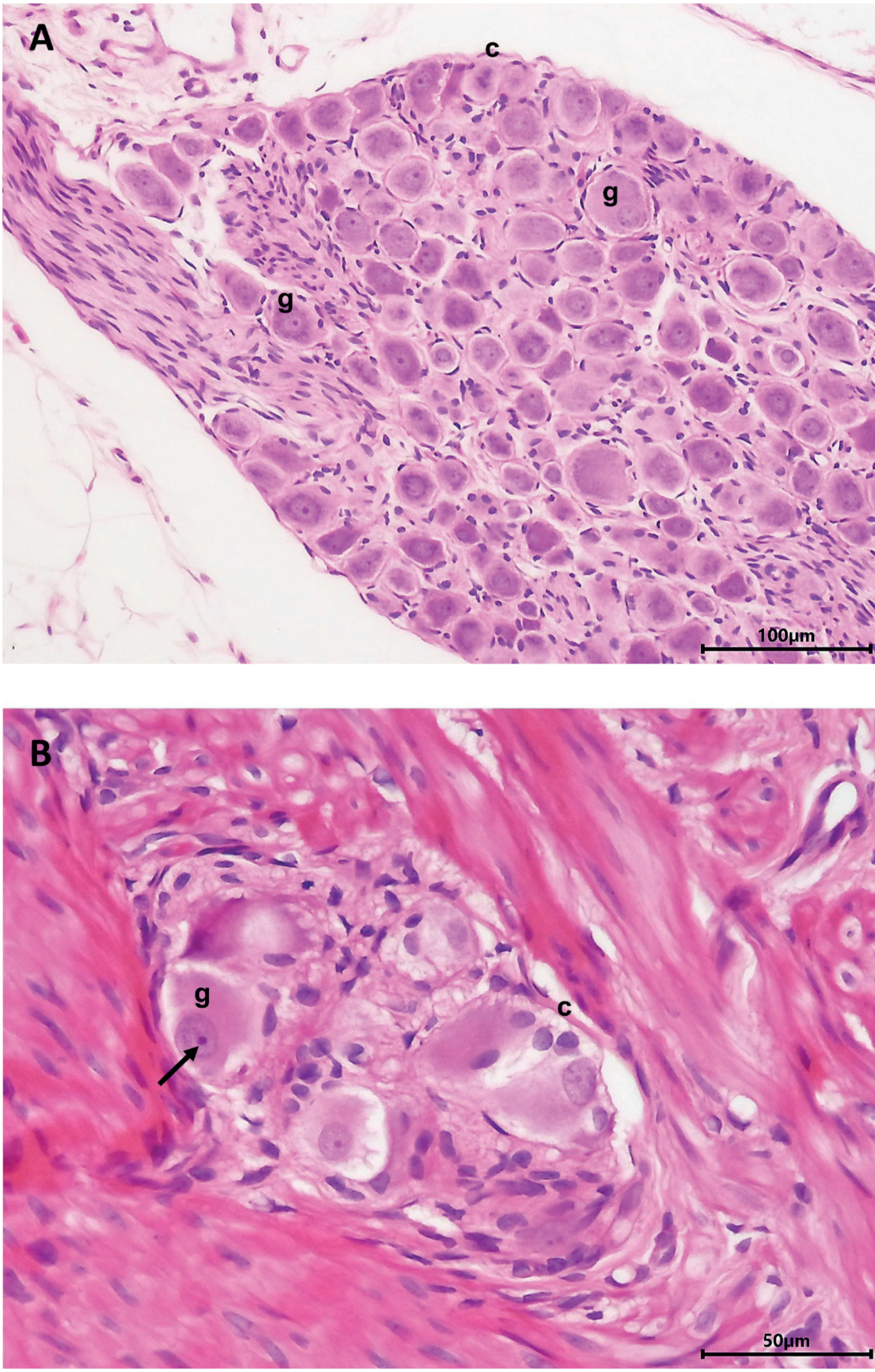


Figura 25. A imagem mostra o aspecto de um gânglio nervoso no tecido conjuntivo próximo à um órgão (A) e intramural (B), situado entre as duas camadas de músculo liso da parede intestinal. Os gânglios envolvidos por cápsula conjuntiva (c) mostram células ganglionares (g) com núcleo grande, pouco corado e um nucléolo evidente (seta).

BIBLIOGRAFIA

CARLSON, B. M. **Embriologia humana e biologia do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 408 p.

GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. **Tratado de histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 575p.

GILBERT, S. F. **Biologia do desenvolvimento** - CD. 5. ed. FUNPEC-Editora, 2004. 984 p.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. **Histologia básica: texto e atlas**. 13 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021, 554 p.

MOORE, K. L.; PERSAUD, T. V. N. **Embriologia clínica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 600 p.

PAWLINA, W.; ROSS, M. H. **Ross histologia texto e atlas**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021, 1037 p.

SADLER, T. W. *Langman*: **Embriologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 324 p.

SOBRE AS AUTORAS

TANIA BARTH - Possui graduação em Ciências Biológicas e mestrado em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e, doutorado em Biologia Animal pela Universidade de Brasília (UnB). Atualmente é professora Adjunta da área de Morfologia do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA.

APARECIDA ZERBO - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), mestrado em Ciências Biológicas – Biologia Celular e Molecular pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) e doutorado em Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Atualmente é professora Titular da área de Morfologia do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA.

CRISTINA LUÍSA CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA - Possui graduação em Ciências Biológicas, especiação em Educação em Jovens e Adultos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mestrado e doutorado em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é professora adjunta da área de Morfologia do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA.



ATLAS DE HISTOLOGIA

TECIDOS FUNDAMENTAIS

Integrando teoria e prática

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023

Universidade Estadual de Santa Cruz



ATLAS DE HISTOLOGIA
TECIDOS FUNDAMENTAIS

Integrando teoria e prática

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023

Universidade Estadual de Santa Cruz